



有線無線融合ネットワークのための DTN*技術

* Delay/Disruption/Disconnection Tolerant Networking

永田晃¹, 山村新也¹, 鶴正人²

¹情報通信研究機構 大手町ネットワーク研究統括センター

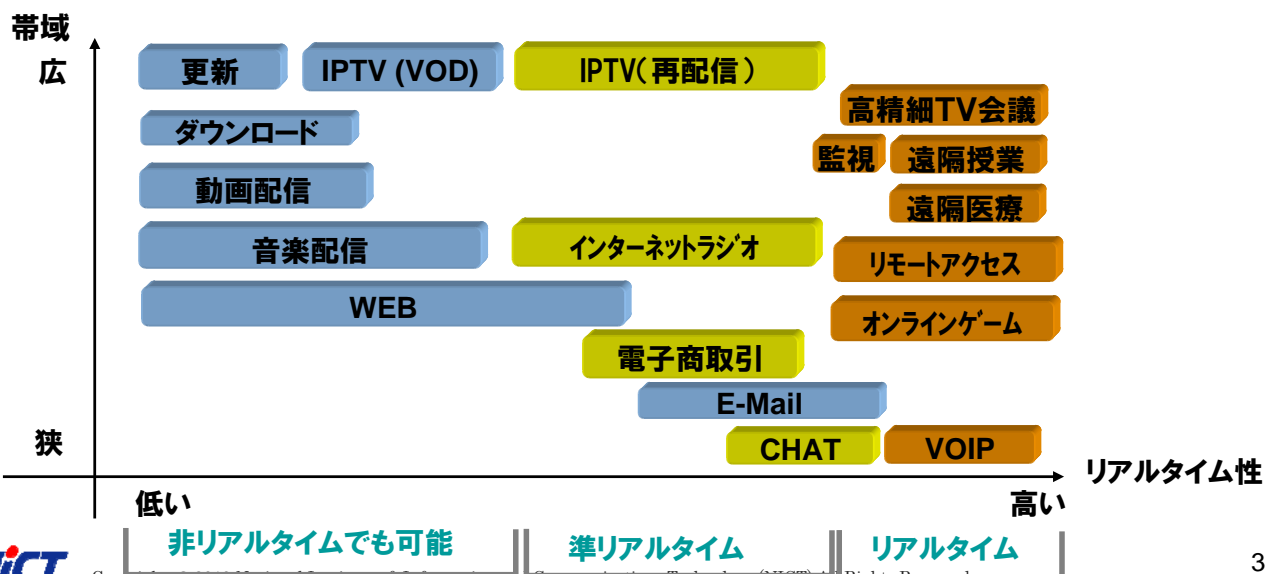
²九州工業大学 ネットワークデザイン研究センター



Copyright © 2010 National Institute of Information and Communications Technology (NICT) All Rights Reserved.

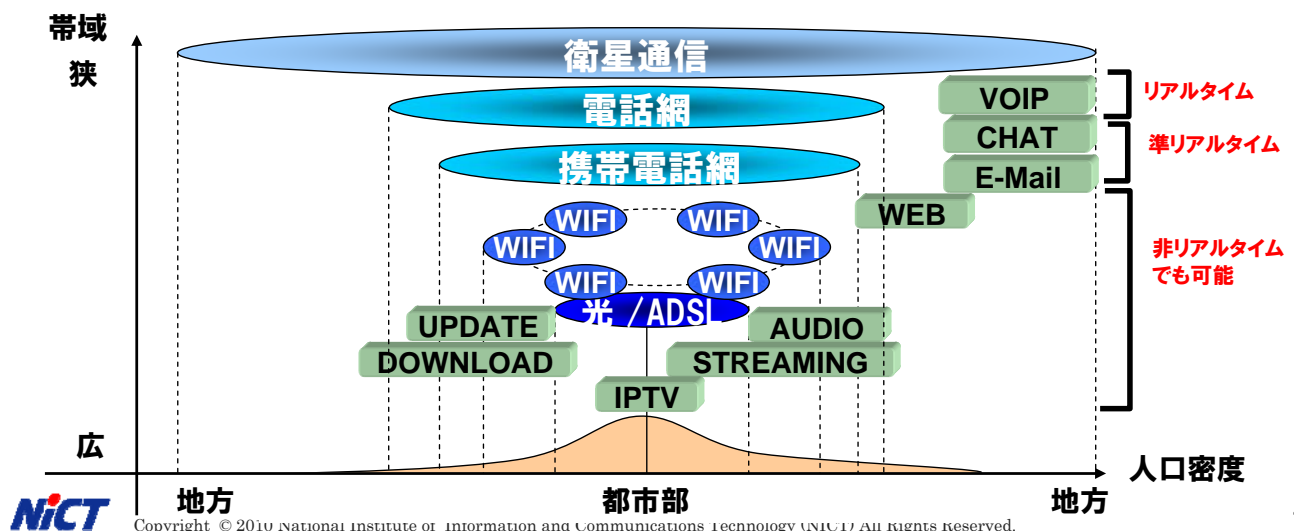
アプリケーションの多様化

- 多様なアプリケーションが有線無線インターネット上で混在
 - 大規模性、複雑性はますます増大する
 - コストとユーザインタフェースが重要
- 非実時間、大容量、広域な情報流通を低コストで効率よく行う必要性
 - 実時間性と必要帯域は比較的相反する
 - 広域の移動・分割・非同期転送



有線・無線融合ネットワークプラットフォーム

- 多様な有線無線が融合されたこれからのインターネット
 - 多様な有線・無線インフラNW+多様な無線アドホックNW
 - 多様な要求条件：性能、コスト、省電力性、堅牢性、安全性、公平性等
 - 最終的なアプリが経験する性能が重要（QoE）
- 新しいインターネット技術・プラットフォームが必要
 - 今のインターネットは無線や移動体を十分に想定して設計されていない
 - 環境状況、利用状況、アプリ特性に適応的な資源利用・割当
 - 実時間& 非実時間通信、大容量&小容量、長期& 短期継続



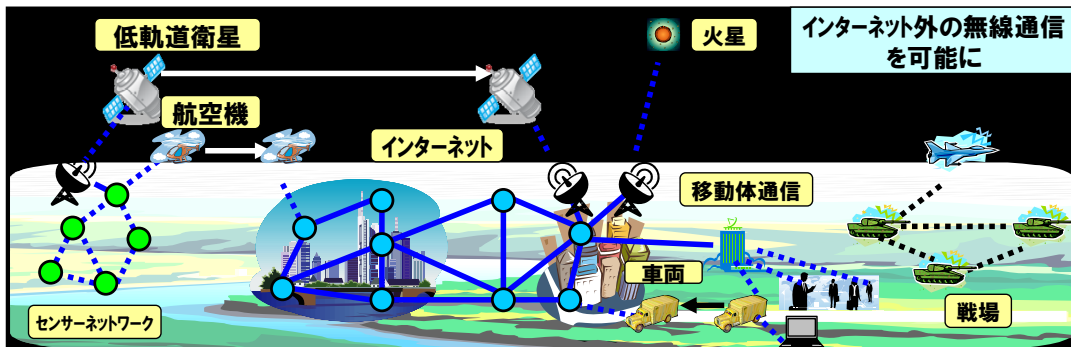
有線・無線融合ネットワークプラットフォーム(2)

- エンドエンドパス上に劣条件・劣環境NWが1箇所以上存在
 - 無線、移動体、障害時・災害時、、、
 - 超高速なバックボーンNW技術や、局所的な無線・ハンドオーバ技術だけでは対応できない
- 複数（多数）のユーザが資源を競合・共有
 - 多様なアプリと多様な要求、公平性、、、
- ↓
- ネットワーク内部での様々な新機能と様々なトレードオフ
 - まとめる、まぜる：効率化
 - 分ける、繰り返す：耐性
 - 待つ、待つ+運ぶ：時間・空間の不連続性を超える
- ↓
- プラットホーム＝特定アプリ向けでないミドルウェア
 - 紙の上のプロトコルやアーキテクチャだけでは進まない
 - 現在実現可能な技術を使って様々なアプリを実験できるテストベッド
 - 新世代インターネットのアーキテクチャ検討への寄与

DTN技術

D(elay/isruption/isconnection) Tolerant Networking

- 無線や移動体を想定して設計されていない旧来のTCP/IPやDNSを補完する、例えば以下が成り立たない環境での通信
 - 通信中にEnd-to-Endの通信パスが常時存在（パケットロスも少）。
 - 即時的安定的なフィードバックに基づく再送やレート制御が可能
 - 通信開始時に送信先のアドレスが確定して知ることできる。
 - 通信経路を一つ選ぶだけで必要な通信性能が達成可能、等々
- 当初は特殊環境（宇宙、移動センサー、海中・北極圏など）通信のために出てきたが、有線無線融合インターネットにも不可欠な汎用的技術



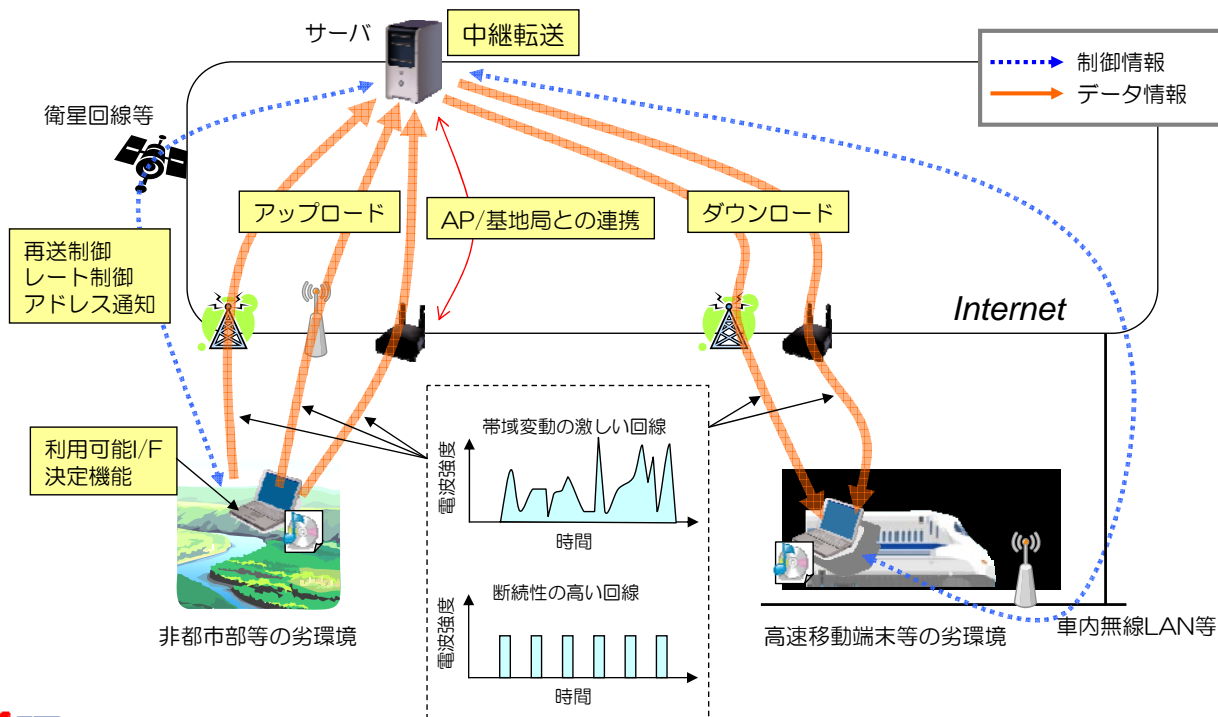
無線通信と有線ネットワークの融合には、高遅延やネットワークの断続性の克服が必要

DTN研究のモチベーション

- ZebraNet, IPN(Inter-Planet Networking) →非常に特殊な環境
 - もっと一般的なネットワークへの適用
 - 山間部、非都市部、移動体通信、...
 - 全てのエリアを十分満足いく高速NWで、且つ現実的なコストで覆うのは不可能
 - 固定インフラにはdeploymentの限界が
 - 無線インフラは、無線技術の限界が
 - カバー領域を広げれば速度が落ちる、アンテナが大きくなりモビリティを損なう、etc
 - ネットワーク速度とアプリケーション要求のイタチごっこ
 - 無線技術が進んでも“劣通信環境”は存在し続けるはず
 - 高いロス率、十分な帯域が確保できない、帯域変動が激しい、断続性が高い、etc
- ↓
- 2つの方式を提案
 - 複数ネットワーク統合型データ転送方式
 - 多種多様なネットワークを効率的に使ってトータルで品質を向上させる
 - 蓄積運搬型データ転送を利用する仮想ネットワークアクセスインフラ
 - 蓄積運搬技術の現実的な利用形態の1つ
 - 様々なアプリケーション実験に参加し、DTN技術の実用可能性を模索

複数ネットワーク統合型データ転送方式

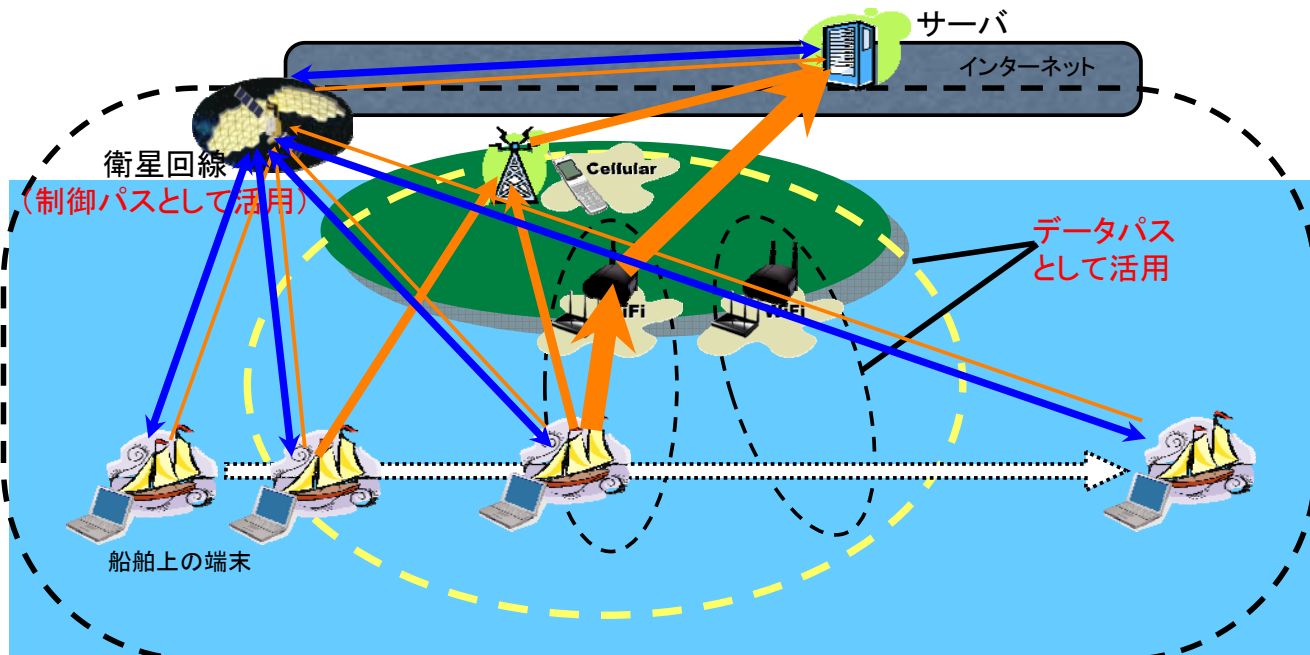
性質の異なる複数のNW(単独では性能が出ない)を同時に統合的に利用して、データ自体の転送とその制御に必要な(転送制御)信号を最適な方法で交換。



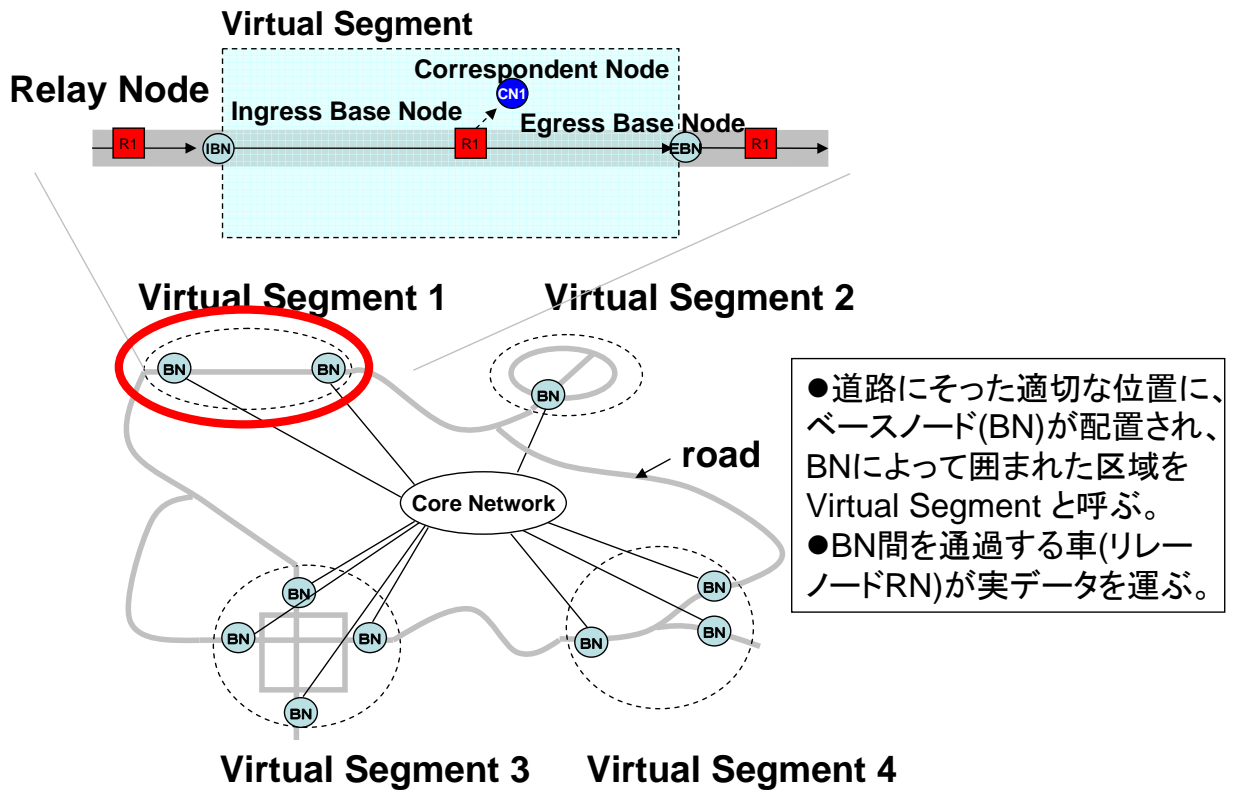
複数ネットワーク統合型データ転送の適用イメージ

船舶からインターネット上のサーバへ大容量ファイルをアップロード

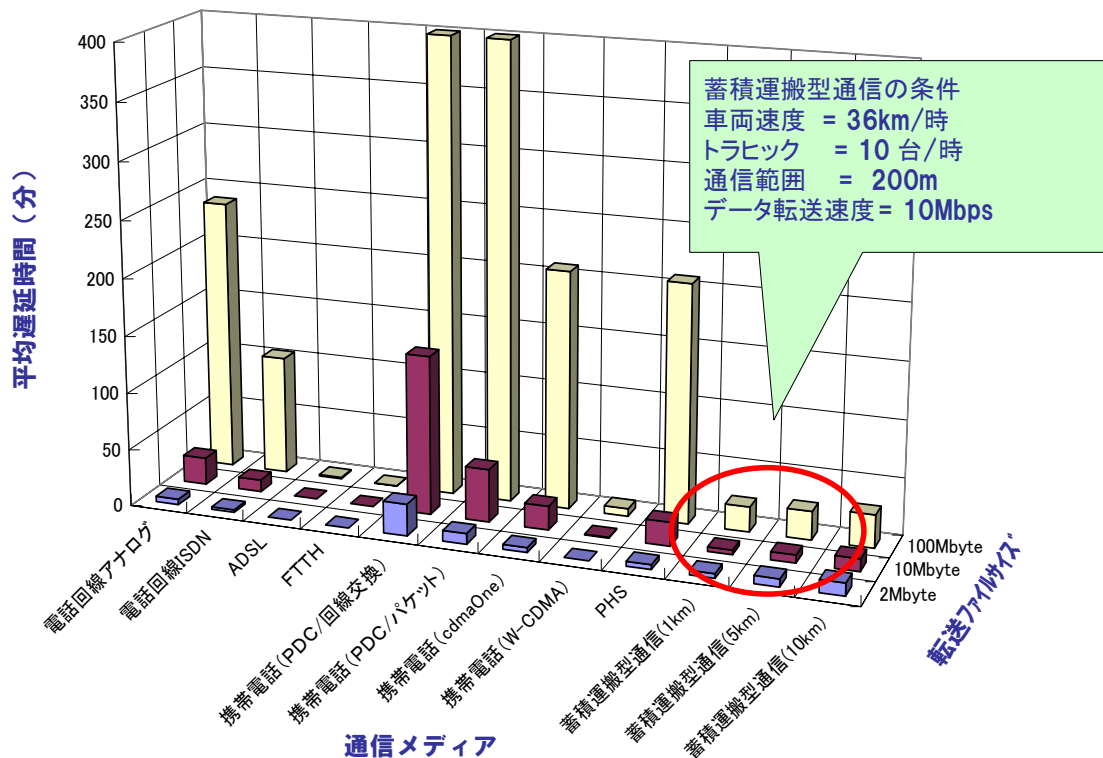
- 衛星回線(常時)→データ転送に必要な制御情報交換
- セルラ(島周辺)、WLAN(港付近)→データ転送



蓄積運搬型転送を用いた仮想ネットワークアクセスインフラ



蓄積運搬型転送は実用的か？



■ 有線無線融合インターネットに向けて

- WiMAXをはじめ、無線通信技術の進展
- しかしみんながいつでも使うためには無駄使いはできない
- 様々な無線網や有線網を効果的に組み合わせることが必要

■ DTN技術の有用性

- 多様な異種ネットワークを組み合わせ、時間的・空間的な不連続性を低コストで克服する
- ただし非実時間通信がメインの対象
- 当研究チームの2つの技術研究・実験の紹介
 1. 複数ネットワーク統合データ転送方式
 2. 蓄積運搬型データ転送を利用する仮想ネットワークアクセスインフラ
- 無線資源の有効利用の観点からコグニティブ無線の研究とも関連していこう

最後に... 新世代ネットワークとDTN

■ さらに、普通のネットワーク (not 劣通信環境) での活用を目指す

- 非リアルタイム、非同期を許すアプリケーション
- 多様なネットワークの利用を考えるうえで、何もかも即時通信する (ことを前提とする) 現状がベストなのか?
 - 新世代ネットワークにおいて非リアルタイム通信をどれくらい本気でサポートするべきか?
- 例えば無線ネットワークでは、周波数資源は有限であり、全てのユーザに即時性・帯域を 100%の品質で提供することはできない。効率的に使う方法を考えていくべき。
- → その解の1つが、「待つ、貯める」
- 持続的な発展が可能なネットワークを目指す
 - 今後現れるであろう、多種多様なネットワークを使えるように
 - どれだけ高速大容量なインフラを持たせても、理屈上は、これで十分ということは (きっと) 無い

■ 「新世代ネットワーク」が DTN に期待することは？

- どんなネットワークでもあらゆるアプリケーションが魔法のように実現される技術ではない
- DTNにできること・DTNへの期待の差分を整理し、その差分を研究課題としてつぶして行く、あるいは、新世代ネットワークアーキテクチャへの要求提言としたい。